

## 室温贮藏过程中胡萝卜口感及部分营养成分含量变化

谭国飞, 王枫, 马静, 田畅, 陈逸云, 熊爱生<sup>①</sup>

(南京农业大学园艺学院 作物遗传与种质创新国家重点实验室 农业部华东地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 江苏 南京 210095)

**Changes of taste and content of some nutritional components of carrot during storage period under room temperature** TAN Guofei, WANG Feng, MA Jing, TIAN Chang, CHEN Yiyun, XIONG Aisheng<sup>①</sup> (College of Horticulture, State Key Laboratory of Crop Genetics and Germplasm Enhancement, Ministry of Agriculture Key Laboratory of Biology and Germplasm Enhancement of Horticultural Crops in East China, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2014, 23(1): 107-109

**Abstract:** Changes in contents of  $V_C$ , soluble sugar and reducing sugar, and in appearance and taste of tubers of eight cultivars of *Daucus carota* var. *sativa* DC. stored under room temperature (20 °C) for 15 d were analyzed. The results show that when storing for 3-6 d, taste and appearance of tubers of eight cultivars all are better, contents of  $V_C$ , soluble sugar and reducing sugar of them are mostly significantly higher than those of tubers just dug out. Contents of  $V_C$ , soluble sugar and reducing sugar of tubers stored for 15 d are also mostly significantly higher than those of tubers just dug out, but tuber taste is worse and tubers appear phenomena of cavity, hollowness, mildew, rooting and turning white, etc. Therefore, carrots storing under 20 °C for 3-6 d is the most suitable for eating and processing.

**关键词:** 胡萝卜; 室温贮藏; 口感;  $V_C$ ; 还原性糖; 可溶性糖

**Key words:** carrot (*Daucus carota* var. *sativa* DC.); room temperature storage; taste;  $V_C$ ; reducing sugar; soluble sugar

中图分类号: S631.201; Q946 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2014)01-0107-03

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2014.01.17

胡萝卜(*Daucus carota* var. *sativa* DC.)别名红萝卜,为2年生草本植物,原产于中亚、西亚和非洲北部,于13世纪末传入中国;其根部营养物质丰富,特别是胡萝卜素及维生素等含量较高<sup>[1]</sup>。胡萝卜在中国南北方栽种广泛,主要种植在长江以北地区,特别是高寒地区,是该地区主要冬贮蔬菜之一<sup>[2]</sup>。中国是胡萝卜栽种和产量大国,栽种面积占全球栽种面积的40%,产量占全球总产量的30%左右<sup>[3]</sup>。

$V_C$ 又名抗坏血酸,为水溶性维生素<sup>[4]</sup>,人体缺乏 $V_C$ 将导致心血管疾病和坏血病等<sup>[5]</sup>; $V_C$ 对植物生长发育也有重要作用,如增加抗氧化能力<sup>[6]</sup>、影响生长和开花<sup>[7]</sup>。还原性糖是植物体内的重要营养物质之一,也是作物质量评价的一个重要指标。可溶性糖也是植物的主要营养物质,可在植物体内合成纤维素组成细胞壁;还可作为呼吸基质,为植物的各种代谢过程和生命活动提供所需的能量<sup>[8-9]</sup>。

在日常食用及加工过程中,常通过调节贮藏条件<sup>[10]</sup>、优化包装<sup>[11]</sup>和使用化学试剂<sup>[12]</sup>等方法控制胡萝卜中营养物质的流失,但加工成本较高。目前,胡萝卜的贮运往往在室温下进行,日常生活中也是贮藏在室温下。胡萝卜在贮藏过程中易发生一系列的生理和形态变化,如失水、糠心、发霉、长根或发

白等,严重影响其食用和加工品质。鉴于此,作者对室温贮藏过程中8个品种的胡萝卜主要营养成分含量的变化进行检测,以确定胡萝卜食用及加工的最佳室温贮藏时间。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

供试的胡萝卜8个品种分别为‘黑田五寸’(‘Heitian Wucun’)、‘新黑田五寸’(‘Xin Heitian Wucun’)、‘橙红’(‘Chenghong’)、‘五寸’(‘Wucun’)、‘本红金时’(‘Benhong Jinshi’)、‘一口’(‘Yikou’)、‘朱红’(‘Zhuhong’)和‘特选三红八寸’(‘Texuan Sanhong Bacun’),其种子均由南京农业大学作物遗传与种质创新国家重点实验室伞形科蔬菜作物遗传与种质创新研究室保藏。

使用的试剂均为分析纯;使用的主要仪器为Alpha-1860型紫外分光光度计(上海谱元仪器有限公司)。

#### 1.2 方法

2013年春,在南京农业大学江浦园艺农场挖取8个品种胡萝卜全株,去叶后将块根置于常温(平均贮藏温度20 °C)下

收稿日期: 2013-05-17

基金项目: 国家教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-11-0670);国家自然科学基金资助项目(31272175);江苏省自然科学基金杰出青年基金项目(BK20130027);江苏高校优势学科建设项目(2011PAPD);江苏省双创计划项目(2011JSSC)

作者简介: 谭国飞(1988—),男,贵州都匀人,硕士研究生,主要从事蔬菜分子生物学研究。

<sup>①</sup>通信作者 E-mail: xiongaisheng@njau.edu.cn

贮藏 15 d,从贮藏开始,每隔 3 d 以块根二分之一处为样品测定  $V_c$ 、还原性糖和可溶性糖含量,每个指标重复测定 3 次,同时进行外观和口感鉴定。其中, $V_c$  含量测定采用二甲苯萃取比色法<sup>[13]</sup>,检测波长为 245 nm;还原性糖含量测定采用 3,5-二硝基水杨酸法<sup>[14]</sup>,检测波长为 540 nm;可溶性糖含量测定采用苯酚法<sup>[15]</sup>,检测波长为 485 nm。

### 1.3 数据处理及分析

采用 EXCEL 2007 及 SPSS 20.0 软件进行数据分析。

## 2 结果和分析

### 2.1 口感及外观的变化

在室温贮藏过程中,贮藏时间越长,胡萝卜的口感变化越明显。刚挖出的胡萝卜口感较好,新鲜、多汁且色泽鲜亮;贮藏 3~6 d 后口感依然很好,水分含量适中,但颜色加深;贮藏 6~9 d 后开始变硬、变干;贮藏 9~12 d 后口感较差;贮藏 12~15 d 后则出现空洞、糠心、发霉、长根及颜色发白等现象,商品品质严重下降,已无食用价值。综合考虑口感和外观后认为,室温条件下胡萝卜的适宜贮藏时间为 3~6 d,口感较佳且适宜鲜食及加工。

### 2.2 部分营养成分含量的变化

2.2.1  $V_c$  含量的变化 测定结果(表 1)表明:随着贮藏时间的延长,8 个品种胡萝卜的  $V_c$  含量均表现为先升后降再升高的变化趋势,并且同一贮藏时间品种间的  $V_c$  含量差异基本达到极显著水平( $P<0.01$ )。贮藏 3~6 d, $V_c$  含量均处于较高水平;贮藏 12 d 时  $V_c$  含量降到最低;贮藏 15 d 时  $V_c$  含量再次升高,但是此时的胡萝卜已经丧失原有的品质特征,失去食用及加工价值。因此,就  $V_c$  含量而言,胡萝卜在收获后 3~6 d 最适宜加工和食用。

2.2.2 还原性糖含量的变化 测定结果(表 2)表明:室温贮藏条件下,不同品种胡萝卜中还原性糖含量的变化趋势不同。与刚收获时相比,贮藏 3 d 时‘黑田五寸’、‘新黑田五寸’、‘朱红’和‘特选三红八寸’的还原性糖含量极显著( $P<0.01$ )升高,随后极显著下降,在贮藏 12 d 时又升高,至贮藏 15 d 时再次下降;贮藏 6 d 内品种‘一口’的还原性糖含量呈现持续下降趋势,随后持续升高,差异均达极显著水平;而品种‘橙红’、‘五寸’和‘本红金时’的还原性糖含量在贮藏 3 d 时变化幅度并不大,随后极显著升高。总体而言,室温贮藏期间,品种‘新黑田五寸’的还原性糖含量总体上高于其他品种,在不同贮藏时间其变化也比较明显,贮藏 3 d 后达到峰值,随后呈现下降

表 1 室温贮藏条件下 8 个品种胡萝卜块根的  $V_c$  含量变化( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>

Table 1 Change of  $V_c$  content in tubers of eight cultivars of *Daucus carota* var. *sativa* DC. under storage condition of room temperature ( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>

贮藏时间/d Storage time	不同品种块根的 $V_c$ 含量/mg·g <sup>-1</sup> $V_c$ content in tubers of different cultivars							
	CH	WC	BH	YK	HT	XHT	ZH	TX
0	0.091±0.001Dd	0.081±0.001Cd	0.072±0.003Cc	0.078±0.001Cc	0.071±0.002Dd	0.071±0.002Be	0.082±0.004Dd	0.072±0.005Cc
3	0.104±0.002Cc	0.148±0.002Aa	0.118±0.003Aa	0.120±0.001Aa	0.082±0.005Cc	0.076±0.002Bb	0.092±0.002Cc	0.102±0.002Bb
6	0.120±0.001Bb	0.111±0.002Bb	0.121±0.002Aa	0.101±0.001Bb	0.120±0.001Aa	0.115±0.002Aa	0.118±0.002Bb	0.098±0.002Bb
9	0.060±0.007Ee	0.058±0.078De	0.049±0.001Dd	0.059±0.002Dd	0.046±0.001Ee	0.058±0.001Cd	0.066±0.001Ee	0.040±0.001Dd
12	0.037±0.001Ff	0.041±0.001Ef	0.041±0.001Ee	0.037±0.002Ee	0.031±0.003Ff	0.030±0.002De	0.030±0.001Ef	0.032±0.002Ee
15	0.162±0.002Aa	0.100±0.001Be	0.099±0.001Bb	0.102±0.002Bb	0.100±0.002Bb	0.115±0.001Aa	0.126±0.006Aa	0.122±0.003Aa

<sup>1)</sup> CH: 橙红 Chenghong; WC: 五寸 Wucun; BH: 本红金时 Benhong Jinshi; YK: 一口 Yikou; HT: 黑田五寸 Heitian Wucun; XHT: 新黑田五寸 Xin Heitian Wucun; ZH: 朱红 Zhuhong; TX: 特选三红八寸 Texuan Sanhong Bacun. 同列中不同的小写和大写字母分别表示差异显著( $P<0.05$ )或极显著( $P<0.01$ ) Different small letters and capitals in the same column indicate the significant ( $P<0.05$ ) or extremely significant ( $P<0.01$ ) differences, respectively.

表 2 室温贮藏条件下 8 个品种胡萝卜块根的还原性糖含量变化( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>

Table 2 Change of reducing sugar content in tubers of eight cultivars of *Daucus carota* var. *sativa* DC. under storage condition of room temperature ( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>

贮藏时间/d Storage time	不同品种块根的还原性糖含量/mg·g <sup>-1</sup> Reducing sugar content in tubers of different cultivars							
	CH	WC	BH	YK	HT	XHT	ZH	TX
0	1.137±0.152Ff	1.600±0.265Ee	3.467±0.153Cc	7.230±0.060Bb	7.133±0.153Bb	10.133±0.153Ff	7.233±0.252Dd	10.167±0.153Ee
3	2.067±0.115Ee	1.967±0.115Ee	2.300±0.100Dd	5.533±0.153Cc	17.100±0.100Aa	34.303±0.360Aa	16.133±0.153Bb	17.467±0.252Aa
6	3.670±0.153Dd	7.800±0.265Dd	4.033±0.153Cc	1.633±0.153Ff	2.000±0.100Ee	13.233±0.208Ee	5.033±0.152Ee	16.400±0.265Bb
9	11.467±0.551Cc	10.167±0.153Cc	5.000±0.100Bb	2.300±0.010Ee	1.367±0.306Ff	15.367±0.404Dd	12.200±0.265Cc	15.367±0.306Cc
12	13.133±0.153Bb	14.467±0.379Bb	14.100±3.635Aa	5.033±0.252Dd	4.100±0.173Cc	24.833±0.208Bb	20.300±0.361Aa	15.700±0.361Bc
15	16.400±0.361Aa	19.000±0.114Aa	14.700±0.625Aa	14.033±0.153Aa	3.467±0.379Dd	20.733±0.252Cc	20.167±0.764Aa	14.467±0.451Dd

<sup>1)</sup> CH: 橙红 Chenghong; WC: 五寸 Wucun; BH: 本红金时 Benhong Jinshi; YK: 一口 Yikou; HT: 黑田五寸 Heitian Wucun; XHT: 新黑田五寸 Xin Heitian Wucun; ZH: 朱红 Zhuhong; TX: 特选三红八寸 Texuan Sanhong Bacun. 同列中不同的小写和大写字母分别表示差异显著( $P<0.05$ )或极显著( $P<0.01$ ) Different small letters and capitals in the same column indicate the significant ( $P<0.05$ ) or extremely significant ( $P<0.01$ ) differences, respectively.

再升高的变化趋势。

2.2.3 可溶性糖含量的变化 测定结果(表3)表明:室温贮藏3 d,品种‘五寸’和‘橙红’的可溶性糖含量极显著下降,品种‘一口’的还原性糖含量显著升高,而其余5个品种的还原

性糖含量则极显著升高;贮藏3~6 d,8个品种的可溶性糖含量的变化趋势较前期趋缓;贮藏9~15 d,8个品种的可溶性糖含量均维持在相对平稳的水平。总体而言,室温贮藏期间,品种‘新黑田五寸’的可溶性糖含量高于其他品种。

表3 室温贮藏条件下8个品种胡萝卜块根的可溶性糖含量变化( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>

Table 3 Change of soluble sugar content in tubers of eight cultivars of *Daucus carota* var. *sativa* DC. under storage condition of room temperature ( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>

贮藏时间/d Storage time	不同品种块根的可溶性糖含量/mg·g <sup>-1</sup>								Soluble sugar content in tubers of different cultivars	
	CH	WC	BH	YK	HT	XHT	ZH	TX		
0	54.200±0.435Aa	87.567±0.513Aa	27.233±0.252Ee	29.700±0.608De	9.567±0.472Ee	49.833±0.569Ef	19.867±0.208Ee	30.533±0.611Dd		
3	17.967±0.153Ff	50.767±0.681Bb	48.933±1.007Aa	30.000±0.200Dd	30.567±0.513Bb	84.900±0.100Cd	60.633±0.551Dd	50.567±0.493ABa		
6	29.000±0.985Ee	44.367±1.012Dd	30.467±1.193Dd	38.500±0.500Cc	25.033±0.153Cc	100.967±0.950Aa	70.533±0.503Bb	44.467±3.465BCb		
9	31.067±0.209Dd	45.767±0.777Dd	34.800±0.200Cc	46.300±1.353Bb	30.900±0.100Bb	86.333±1.026Cc	65.733±1.286Cc	42.567±2.354Cc		
12	41.033±0.569Bb	48.333±0.416Cc	40.800±0.721Bb	51.900±0.854Aa	44.700±0.300Aa	89.933±0.208Bb	63.833±3.166CDc	51.233±0.252Aa		
15	34.200±0.819Cc	51.733±1.242Bb	31.500±0.721Dd	52.900±0.794Aa	21.300±0.794Dd	80.867±0.808De	79.200±1.300Aa	50.600±0.529ABa		

<sup>1)</sup> CH: 橙红 Chenghong; WC: 五寸 Wucun; BH: 本红金时 Benhong Jinshi; YK: 一口 Yikou; HT: 黑田五寸 Heitian Wucun; XHT: 新黑田五寸 Xin Heitian Wucun; ZH: 朱红 Zhuhong; TX: 特选三红八寸 Texuan Sanhong Bacun. 同列中不同的小写和大写字母分别表示差异显著( $P<0.05$ )或极显著( $P<0.01$ ) Different small letters and capitals in the same column indicate the significant ( $P<0.05$ ) or extremely significant ( $P<0.01$ ) differences, respectively.

### 3 讨论和结论

本研究结果表明:供试8个品种的胡萝卜食用和加工的适宜时期为采收后3~6 d,这期间多数品种的还原性糖、可溶性糖和V<sub>c</sub>含量显著高于刚收获时的含量,且口感及加工品质均具有较明显优势;室温贮藏15 d后,所有品种均出现空洞、糠心、发霉、长根和颜色发白等现象,品质严重下降。

不同品种胡萝卜的还原性糖、可溶性糖及V<sub>c</sub>含量明显不同,其致因有待进一步研究。此外,由于供试的各品种胡萝卜的块根均同时播种和采收,因不同品种的生育期存在差异,使不同品种胡萝卜的成熟度不一致,这可能是导致不同品种胡萝卜营养成分含量差异的原因之一。

#### 参考文献:

- [1] 章镇. 园艺学各论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 351-354.
- [2] 张振贤, 喻景权, 于贤昌, 等. 蔬菜栽培学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2009: 324-325.
- [3] 刘李峰. 我国胡萝卜产业发展现状分析[J]. 上海蔬菜, 2006(2): 4-6.
- [4] 刘永立, 胡海涛, 兰大伟. 维生素C的生物合成及其基因调控研究进展[J]. 果树学报, 2006, 23(3): 431-436.
- [5] BLOT W J, LI J Y, TAYLOR P R, et al. Nutrition intervention trials in Linxian, China: supplementation with specific vitamin/mineral combinations, cancer incidence, and disease-specific mortality in the general population [J]. Journal of the National Cancer Institute, 1993, 85(18): 1483-1492.
- [6] CHEN Z, GALLIE D R. The ascorbic acid redox state controls guard

cell signaling and stomatal movement [J]. The Plant Cell, 2004, 16(5): 1143-1162.

- [7] PASTORI G M, KIDDLE G, ANTONIWI J, et al. Leaf vitamin C contents modulate plant defense transcripts and regulate genes that control development through hormone signaling[J]. The Plant Cell, 2003, 15(4): 939-951.
- [8] 李海燕, 刘惕若, 甄艳. 辣椒品种对疫病的抗性研究: 脯氨酸、丙二醛与可溶性糖在抗病中的作用[J]. 中国农学通报, 2006, 22(11): 315-317.
- [9] 王晓鹏. 外源性可溶性糖对长春花响应盐胁迫的影响[D]. 哈尔滨: 东北林业大学研究生院, 2009.
- [10] 王清, 郭李维, 杨娜, 等. 不同温度与湿度对胡萝卜流通过程中品质的影响[J]. 中国农学通报, 2012, 28(33): 266-272.
- [11] 杨娜, 王清, 郭李维, 等. 不同包装处理对胡萝卜贮藏期间品质的影响[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(8): 1649-1653.
- [12] 王清, 杨娜, 郭李维, 等. 1-甲基环丙烯处理对胡萝卜贮藏期间品质的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(S1): 6-10.
- [13] MILLER N J, RICE-EVANS C A. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink [J]. Food Chemistry, 1997, 60(3): 331-337.
- [14] PRESSEY R, SHAW R. Effect of temperature on invertase, invertase inhibitor, and sugars in potato tubers [J]. Plant Physiology, 1966, 41(10): 1657-1661.
- [15] TRAVERT S, VALERIO L, FOURASTE I, et al. Enrichment in specific soluble sugars of two eucalyptus cell-suspension cultures by various treatments enhances their frost tolerance via a noncolligative mechanism [J]. Plant Physiology, 1997, 114(4): 1433-1442.

(责任编辑: 佟金凤)